ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MAI 1942.

PRÉSIDENCE DE M. GABRIEL BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de la Pentecôte la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 27 mai au lieu du lundi 25.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome 212 (janvier-juin 1941) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. **Charles Jacob** fait hommage à l'Académie de trois brochures dont il est l'auteur :

Le métier de géologue. Domaines et applications, avec des indications bibliographiques. Paris, 1942, 80 pages;

Recherches scientifiques et Colonies (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences coloniales*, 21 novembre 1941, pp. 328-343);

Recherches scientifiques et Agriculture (*Comptes rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France*, 4 mars 1942, pp. 278-292).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Annales de l'École Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences forestières, tome VII, fascicule 2, 1940;

Annales de l'École Nationale Forestière et de la Station de Recherches, tome VIII, fascicule 1, 1941.

GÉOMÉTRIE DES ENSEMBLES PLANS. — *Isométrie et roulement sans glissement.* Note de M. **Gustave Choquet**, présentée par M. Élie Cartan.

Roulement sans glissement. — Un mouvement est qualifié de roulement sans glissement quand on peut choisir les familles des demi-droites [1] d, δ de telle sorte que : 1° les lieux de leurs extrémités respectives a, α dans P et Π sont deux ensembles isométriques; 2° pour M′ assez voisin de M, on a

$$-\varepsilon < \left(\widehat{\overrightarrow{aa'}, d}\right) - \left(\widehat{\overrightarrow{\alpha\alpha'}, d}\right) < \varepsilon.$$

---

(1) Pour les notations, se reporter à la Note précédente (*Comptes rendus*, 4 mai 1942).

Lorsque, pour tout point M, il y a des points M′ voisins de M tels que a' et α' soient distincts de a et α, le mouvement est bien défini par la seule donnée des lieux de a et α. Ces ensembles s'appellent respectivement *base* et *roulante*.

Inversement, deux ensembles isométriques paramétrés par T peuvent être considérés comme base et roulante d'un mouvement; *ce mouvement est unique si ces ensembles sont localement parfaits.*

Tout mouvement n'est pas un roulement sans glissement; de même, tout ensemble fermé ne peut pas être considéré comme base possible d'un mouvement convenable.

Définition. — Pour un point M de (T), le *centre instantané de rotation* (ou c. i. r.) est la limite, si elle existe, du centre de rotation qui fait passer de la position de Π relative à M, à la position de Π relative aux points M′ voisins de M.

THÉORÈME. — *La condition nécessaire et suffisante pour que la base et la roulante d'un mouvement soient lieux des c. i. r. est que pour tout point* M *de* (T), $(a'\alpha'/\Delta\varphi)$ *tende vers zéro avec* MM′.

On suppose dans l'énoncé que les images a et α de M coïncident, ainsi que les repères attachés à ces images; a' et α' sont les images de M′, $\Delta\varphi$ est l'angle des repères homologues attachés à a' et α'.

Un tel couple *base et roulante* est évidemment unique, s'il existe.

On supposera maintenant que le mouvement est *normal*, c'est-à-dire que T est homéomorphe à un segment de droite. La base et la roulante sont des continus jordaniens. Inversement, *tout continu jordanien paramétré peut être considéré comme la base d'un mouvement normal.*

THÉORÈME. — *Tout mouvement normal dans lequel deux points au moins du plan mobile décrivent des chemins de longueur finie est un roulement sans glissement.*

Il y a une infinité de bases possibles, entre autres des arcs simples de Jordan; mais une au plus de ces bases peut avoir une longueur finie.

Si un mouvement normal possède à chaque instant un c. i. r., *ses lieux respectifs dans* P *et* Π *ne sont pas forcément base et roulante pour le mouvement;* car on peut montrer sur un exemple que la condition 1° d'isométrie peut ne pas être sasisfaite.

Il faut donc dissocier en général la notion de c. i. r. et celle de roulement sans glissement.

Néanmoins, *tout continu jordanien paramétré peut être considéré à la fois comme base et lieu des c. i. r. d'un mouvement convenable.*

Remarque. — Nous avons démontré l'existence d'une base pour un mouvement normal en nous basant sur la remarque suivante : Si $f(M)$ est une fonction numérique définie sur un ensemble fermé plan E de longueur finie, continue relativement à E et ayant une dérivée [limite de $[f(M)-f(M')]/MM'$] nulle en tout point de E′, l'ensemble des valeurs prises par $f(M)$ sur E a une mesure nulle; donc, si l'on suppose que cet ensemble de valeurs forme un

segment, $f(M)$ est forcément constante sur E. Mais ceci peut devenir faux si E a une longueur infinie. *Entre autres exemples, nous avons construit dans le plan un arc simple de Jordan γ sur lequel est définie une fonction numérique continue, croissant avec le paramètre qui repère les points de γ, et dont la dérivée est nulle en tout point de γ.*

Application géométrique. — En nous inspirant de cette étude, nous avons obtenu toutes les courbes de Jordan dans lesquelles on peut inscrire un *polygone régulier donné* dont les sommets peuvent se déplacer continûment sur toute la courbe sans que le polygone cesse d'être inscrit. *On trouve en particulier une infinité de courbes algébriques convexes de degré arbitrairement élevé.*

On peut trouver aussi des continus (non de Jordan) qui jouissent de la même propriété relativement aux polygones réguliers ou à des polygones plus généraux et déformables.

TOPOLOGIE. — *L'homologie d'un espace topologique.* Note [1] de M. **Jean Leray**, présentée par M. Henri Villat.

L'objet de cette Note est d'étudier l'homologie d'un espace topologique au moyen de la notion de couverture [2]; je ne dispose malheureusement pas des documents qui me permettraient de comparer mon étude à celles que MM. Alexander et Kolmogoroff ont faites de l'homologie supérieure.

1. Envisageons un espace topologique E. Soient Z^p et Z'^p deux cycles de deux couvertures C et C' de E; Z^p et Z'^p seront dits *homologues dans* E lorsqu'il existera une couverture C'' telle que Z^p et Z'^p soient homologues dans $C.C'.C''$. Cette homologie dans E répartit les cycles des couvertures de E en classes d'homologie, que nous nommerons classes d'homologie supérieure de E. L'intersection de deux telles classes, contenant l'une Z^p, l'autre Z'^q, sera la classe de dimension $p+q$ qui contient $Z^p.Z'^q$; ces classes constituent ainsi un anneau, dit *anneau d'homologie supérieure* de E.

Remarque. — Lorsque E est un espace de Hausdorff normal, on n'altère pas la structure de cet anneau en remplaçant dans la définition des couvertures la condition « tout support est fermé » par la condition « tout support est ouvert ».

L'intersection d'une classe Z^q de l'anneau d'homologie supérieure de E *et d'une classe z_r du groupe d'homologie continue de* E *est une classe de dimension $r-q$ de ce dernier groupe*, en vertu de la proposition qui termine la Note citée; cette classe d'homologie continue sera nommée $Z^q.z_r$. On a

$$Z^p.Z^q=(-1)^{pq}Z^q.Z^p;\qquad Z^p.(Z^q.z_r)=(Z^p.Z^q).z_r;\qquad z^q.z_r=0\quad \text{si}\quad q>r.$$

Produit topologique $E\times E'$ *de deux espaces* E et E'. — En définissant préalablement la couverture produit de deux couvertures, on définit aisément le

(1) Séance du 4 mai 1942.

(2) *Comptes rendus*, 214, 1942, p. 781.

produit $Z^p \times Z'^q$ de deux classes d'homologie supérieure de E et E' comme étant une classe, de dimension $p+q$, de l'homologie supérieure de $E \times E'$; on a

$$(1) \qquad (Z^p \times Z'^q).(Z^r \times Z'^s) = (-1)^{qr}(Z^p.Z^r) \times (Z'^q.Z'^s),$$

$$(2) \qquad (Z^p \times Z'^q).(z_r \times z'_s) = (-1)^{qr}(Z^p, z_r) \times (Z'^q.z'_s).$$

Une transformation continue φ *d'un espace topologique* E *dans un espace topologique* E' définit un homomorphisme $\varphi(z_p)$ du groupe d'homologie continue de E dans celui de E'; son inverse $\overset{-1}{\varphi}$ définit un homomorphisme $\overset{-1}{\varphi}(Z'^p)$ de l'anneau d'homologie supérieure de E' dans celui de E;

$$(3) \qquad \overset{-1}{\varphi}(Z'^p.Z'^q) = \overset{-1}{\varphi}(Z'^p).\overset{-1}{\varphi}(Z'^q);$$

$$(4) \qquad \varphi\left(\overset{-1}{\varphi}(Z'^q).z_r\right) = Z'^q.\varphi(z_r).$$

2. Un espace topologique sera dit *strictement connexe* quand deux quelconques de ses points pourront être joints par un arc continu; *simple* quand, en outre tous ses groupes d'homologie continue de dimensions positives seront nuls. Désormais E *sera un espace de Hausdorff*, *bicompact et connexe*, *qui possédera un système de voisinages convexes* (c'est-à-dire tels que l'intersection d'un nombre fini d'entre eux soit toujours vide ou simple). On peut alors construire une couverture C de E dont chaque simplexe $S^{p,\lambda}$ appartienne à l'un de ces voisinages convexes; puis un complexe continu possédant une subdivision c duale de C, chaque simplexe $s_{p,\lambda}$ de c appartenant à un certain voisinage de $|S^{p,\lambda}|$. Les groupes d'homologie supérieure et continue de E sont identiques aux groupes d'homologie de C et c. Désormais les coefficients de ces groupes seront les entiers, les homologies étant avec division; sauf dans le théorème de M. H. Hopf, ces coefficients pourront aussi être les entiers pris mod. un nombre premier. On peut alors introduire dans les groupes d'homologie supérieure et continue de E des *bases duales*, $Z^{p,\mu}$ et $z_{p,\mu}$, telles que

$$(5) \qquad \sum_{p,\lambda} S^{p,\lambda} \times s_{p,\lambda} \sim \sum_{p,\mu} Z^{p,\mu} \times z_{p,\mu};$$

$$(6) \qquad Z^{p,\mu}.z_{p,\nu} = (-1)^p \delta^\mu_\nu z_0$$

(z_0 : classe des points de E; $\delta^\mu_\mu = 1$; $\delta^\mu_\nu = 0$ si $\mu \neq \nu$).

Si E et E' ont pour bases duales $Z^{p,\mu}$, $z_{p,\mu}$ et $Z'^{q,\nu}$, $z'_{q,\nu}$, alors $Z^{p,\mu} \times Z'^{q,\nu}$ et $z'_{q,\nu} \times z_{p,\mu}$ seront deux bases duales de $E \times E'$.

Soient E' et E'' deux espaces homéomorphes à E, dont les points correspondant au point x de E sont x' et x''; soit $\pi(x) = x' \times x''$; (4) et (6) prouvent qu'on a les mêmes coefficients a dans les deux formules

$$\overset{-1}{\pi}(Z'^{p,\mu} \times Z''^{q,\nu}) = Z^{p,\mu}.Z^{q,\nu} = \sum_{\rho} a^{p,\mu;q,\nu}_{p+q,\rho} Z^{p+q,\rho},$$

$$\pi(z_{r,\rho}) = \sum_{\mu,\nu,p+q=r} a^{p,\mu;q,\nu}_{r,\rho} z'_{p,\mu} \times z''_{q,\nu}.$$

Si le groupe d'homologie supérieure de E contient un élément Z^N multiple de tous les éléments de base de ce groupe, alors les groupes d'homologie supérieure et continue de E sont isomorphes : à Z^p correspond une classe bien déterminée z_{N-p}, qui sera désignée par le symbole Z^p/Z^N ;

$$\frac{Z^N}{Z^N}=z_0;\quad Z^p.\left(\frac{Z^q}{Z^N}\right)=\left(\frac{Z^p.Z^q}{Z^N}\right);\quad \varphi\left[\frac{\overset{-1}{\varphi}(Z^p)}{\overset{-1}{\varphi}(Z^N)}\right]=\frac{Z^p}{Z^N}.$$

Citons enfin un beau *théorème de M. H. Hopf* ([3]). L'existence d'une transformation continue $\varphi(x'\times x'')$ de $E\times E$ dans E telle que

$$\varphi(z'_p\times z''_0)\neq 0 \quad \text{et} \quad \varphi(z'_0\times z''_p)\neq 0 \quad \text{quand} \quad z'_p\neq 0 \quad \text{et} \quad z''_p\neq 0$$

exige que E ait même homologie qu'un produit de sphères de dimensions impaires.

MÉCANIQUE. — *Système d'entretien à amplitude autostabilisée.* Note de M. **Jean Abelé**, présentée par M. Camille Gutton.

Considérons une classe d'oscillateurs autoentretenus régis par le système d'équations

$$x\,dx+y\,dy+2\mathrm{R}y\,dx=0, \tag{1}$$

$$\omega y=\frac{dx}{dt}. \tag{2}$$

Lorsque R *est fonction de x seulement ou de y seulement*, l'équation (1) peut être intégrée graphiquement au moyen d'une élégante construction indiquée par M. A. Liénard ([1]). Je propose de désigner en ce cas l'équation (1) sous le nom d'*équation de Liénard*.

L'équation de Liénard est caractérisée par la périodicité de la fonction R, dans les conditions où les variables x et y sont elles-mêmes périodiques. Or, il est possible de retirer à la fonction R ce caractère de périodicité et de l'assujettir à suivre les variations, non plus des variables oscillatoires x ou y, mais de l'*amplitude* de ces variables, en vue de stabiliser cette amplitude par l'effet de ses propres variations en conservant à l'oscillation sa forme rigoureusement sinusoïdale et sa fréquence propre.

Il devient alors nécessaire de généraliser l'équation de Liénard par la substitution d'une *fonction simultanée de x et de y* aux fonctions séparées de x ou de y.

L'étude de cette généralisation m'a conduit aux résultats suivants.

I. Une condition *nécessaire* pour que le système des équations (1) et (2)

([3]) *Annals of Math.*, **42**, 1942, p. 22. La démonstration de M. Hopf, faite dans le cas des multiplicités fermées et orientables, s'applique au cas beaucoup plus général des espaces de Hausdorff bicompacts, possédant un système de voisinages convexes.

([1]) *Revue Générale de l'Électricité*, **23**, 1928, p. 901.

admette un régime stationnaire à la fois sinusoïdal et stable est que R soit une fonction continue s'annulant sur le cercle $x^2+y^2=A^2$.

II. L'expression

$$+\sqrt{x^2+2Rxy+y^2}$$

est égale à $|x|$ pour toutes les valeurs de t qui rendent x maximum ou minimum et elle est égale à $|y|$ pour toutes les valeurs de t qui rendent y maximum ou minimum. En conséquence je désigne cette expression sous le nom d'*amplitude instantanée* des variables x et y.

III. Une condition *suffisante* pour que le système des équations (1) et (2) admette un régime stationnaire à la fois sinusoïdal et stable s'obtient en posant

$$(3) \qquad R=-a+b\sqrt{x^2+2Rxy+y^2} \qquad (0<a<1;\ 0<b).$$

Je dis alors que l'*amplitude est autostabilisée* et je forme l'équation d'un oscillateur à amplitude autostabilisée en éliminant R entre (1) et (3).

IV. Si l'on rapporte x et y à un système cartésien d'axes obliques *à obliquité variable* défini par $\cos\widehat{Oxy}=\sin\alpha=R$, le module ρ du vecteur construit sur x et y *est égal à l'amplitude instantanée*. L'équation d'un oscillateur à amplitude autostabilisée se simplifie alors par le changement de variables

$$(4) \qquad x=\rho\frac{\sin(\theta-\alpha)}{\cos\alpha}, \qquad y=\rho\frac{\cos\theta}{\cos\alpha}$$

et devient

$$(5) \qquad \frac{\rho}{\rho'}=\frac{\cos^3\alpha-(a+\sin\alpha)\sin\theta\cos\theta}{\cos^2\alpha(a-b\rho)}.$$

Le même changement de variables appliqué à l'équation (2) fournit une relation entre $d\theta$ et dt. La discussion de ces équations confirme que l'oscillateur dont elles expriment le fonctionnement admet un régime stationnaire à la fois sinusoïdal et stable, l'amplitude de ce régime étant donnée par $A=a/b$.

V. Désignons par $\varepsilon=(\rho-A)/A$ l'*écart relatif d'amplitude*. Si, à la suite d'une perturbation des conditions initiales ou d'une variation des paramètres d'entretien, ε passe d'une valeur nulle à une valeur petite ε_0, le retour de ε à zéro se fait conformément à la loi suivante, au cas où a est lui-même petit

$$(6) \qquad \varepsilon=\frac{\varepsilon_0\,e^{-a\theta}}{1+\varepsilon_0(1-e^{-a\theta})}.$$

Ce retour entraîne, par rapport à la marche en régime stationnaire, une variation totale de phase φ donnée par l'équation suivante

$$(7) \qquad \varphi=\frac{a}{2}\left(\varepsilon_0+\frac{\varepsilon_0^2}{2}\right).$$

Les démonstrations seront publiées dans un autre Recueil.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la fragilité intergranulaire des aciers non corroyés.* Note de MM. **Henri Jolivet** et **Albert Portevin**, présentée par M. Léon Guillet.

Certains phénomènes de fragilité observés dans les aciers non corroyés s'accompagnent d'un mode de rupture particulier. La rupture s'effectue suivant le trajet des joints de la granulation austénitique qui a pris naissance après coulée.

Cette fragilité persiste généralement après des chauffages répétés au-dessus du point de transformation Ac3 qui donnent naissance à de nouvelles granulations austénitiques et à une redistribution des constituants micrographiques sans rapport avec la granulation austénitique initiale ([1]).

Ces ruptures ont été attribuées à la ségrégation dendritique qui se développe à la solidification (ségrégation primaire).

Lorsque la solidification s'opère dans la phase γ, les grains austénitiques sont les grains de première solidification et correspondent effectivement aux dendrites (*fig.* 1 et 2). Lorsqu'elle s'opère dans la phase δ, les grains austénitiques, qui ont pris naissance par la transformation, sont entièrement distincts des dendrites (*fig.* 3 et 4) ([2]).

Nous avons observé que, dans ce cas, le trajet de rupture se localise, non aux limites des dendrites, mais aux limites des grains austénitiques : la fragilité observée ne peut donc être rattachée à la ségrégation dendritique.

Nous avons observé d'autre part que, lorsque cette fragilité se manifeste, on peut mettre en évidence par des procédés d'attaque macrographiques (*fig.* 5) ou micrographiques (*fig.* 6) l'existence d'une ségrégation aux joints des grains austénitiques (ségrégation secondaire).

Celle-ci se traduit par une variation de concentration des éléments dissous qui peut conduire au dépôt de films intergranulaires constitués soit par des carbures, soit par des phases non métalliques. La mise en solution progressive de ces dépôts par diffusion, qui entraîne la disparition de la fragilité, nécessite, dans ce dernier cas, une température et une durée de séjour élevées ([3]).

Les traitements d'homogénéisation ont essentiellement pour but, dans les aciers *non corroyés*, de réaliser la disparition de cette ségrégation *secondaire*, alors qu'un autre effet de ces traitements, mis à profit dans les aciers *forgés*, est d'atténuer la ségrégation *primaire*, origine de la différence des propriétés en long et en travers.

([1]) V. Bernard et A. Portevin, *Rev. Mét., Mémoires*, 12, 1915, p. 155.

([2]) Cette non-concordance, observée par divers auteurs, doit essentiellement être rattachée à la transformation allotropique et non à l'existence d'un domaine de granulation dans la phase austénitique.

([3]) Le même résultat est obtenu par un corroyage suffisant (Portevin, Pretet et Jolivet, *Rev. Mét., Mémoires*, 28, 1931, p. 132).



Fig. 1.

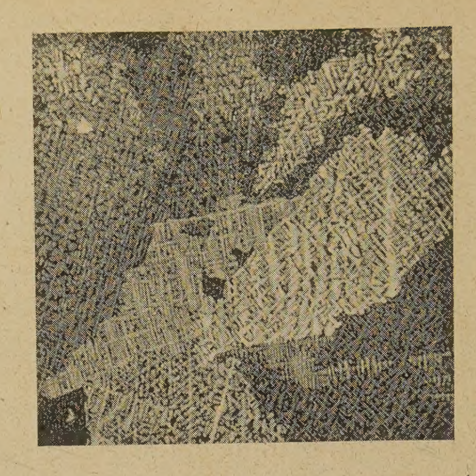


Fig. 2.

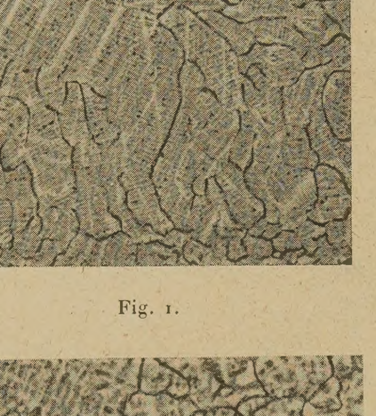


Fig. 3.



Fig. 4.

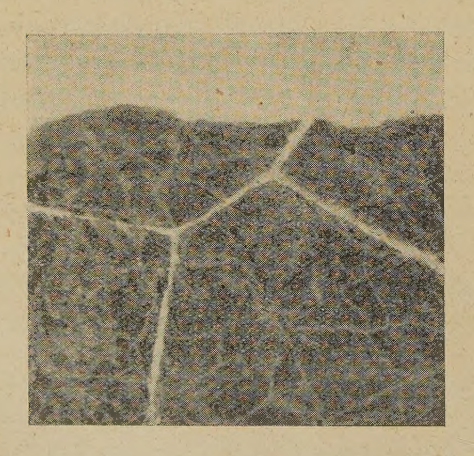


Fig. 5.

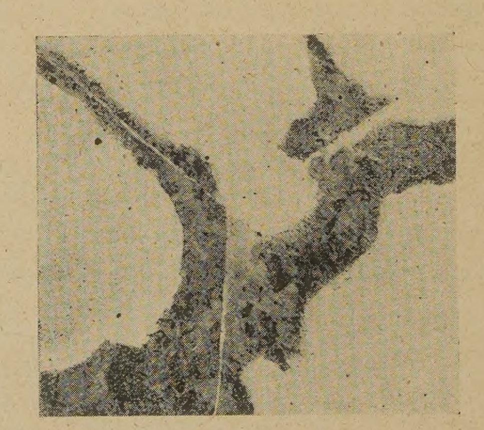


Fig. 6.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un acide*, $C^{12}H^{18}O^{4}$, *issu du crotonaldéhyde trimère.* Note de M. **Marius Badoche**, présentée par M. Marcel Delépine.

La polymérisation du crotonaldéhyde, en milieu chlorhydrique, a conduit M. Delépine (1) à l'obtention d'un aldéhyde dimère, $C^{8}H^{12}O^{2}$, l'époxy-2.6 heptène-3 méthylal-3. Récemment, Bernhauer et Irrgang (2) ont établi que le même agent de polymérisation fournissait à côté du dimère, un aldéhyde trimère $C^{12}H^{18}O^{3}$. De formation analogue à celle du dimère, le trimère résulterait de la condensation de trois molécules de crotonaldéhyde après hydratation, puis déshydratation; les auteurs assignent à ce trimère la constitution (I). Considéré sous cette forme, l'aldéhyde serait un dérivé d'un

```
              O        CH2
 CH3—CH 2   1   CH 9  8   7 CH—CH3
 CHO—C  3   4   CH 10 5   6 O
              CH       CH—CH3
                (I).

              ┌──────────O──────────┐
 1     2      3   4     5      6      7      8     9
 CH3—CH—C=CH—CH—CH—CH2—CH—CH3
         |          |
      OHC   CH3—CH─────────O────────┘
                5₁
                (II).
```

dioxa-1.6 hydronaphtalène; sa dénomination rationnelle est longue; aussi pour la simplifier, ainsi que pour des raisons d'analogie avec le dimère, l'époxy-2.6 heptène-3 méthylal-3, il est préférable d'écrire la formule (I) sous la forme (II), qui fait alors du trimère un bis.époxy-(2.6, 8.5_1) éthyl-5 nonène-3 méthylal-3.

Au cours de ses différentes recherches sur l'époxy-2.6 heptène-3 méthylal-3 $C^{8}H^{12}O^{2}$ et ses dérivés, M. Delépine avait soumis des quantités importantes de crotonaldéhyde à l'action polymérisante de l'acide chlorhydrique. Du milieu réactionnel, on retirait par entraînement à la vapeur d'eau, puis par rectification, le dimère $C^{8}H^{12}O^{2}$ et un liquide bouillant au-dessus de 90° sous 17^{mm}, lequel avait été momentanément laissé de côté. Ce sont ces résidus de distillation ainsi accumulés, que M. Delépine a bien voulu me confier en vue d'y rechercher le trimère, $C^{12}H^{18}O^{3}$, décrit par Bernhauer et Irrgang.

D'une première distillation, effectuée sur 270^{g} de résidu, on a retiré un liquide jaune bouillant de 50° à 100° sous 2^{mm}; il reste une fraction indistillable, le quart environ, constituant une résine noire qui n'est soluble que dans le benzène. Le distillat, soumis à de nouveaux fractionnements, permet de récupérer tout d'abord un peu de dimère $C^{8}H^{12}O^{2}$; E_3 60-63°, n_D^{18} 1,492, dont la semicarbazone fond à 205° (fus. inst.), sans dépression en mélange avec le produit pur, et dont l'oxydation conduit à l'acide époxy-2.6 heptène-3 carboxylique-3 avec un bon rendement.

Octatriénal, $C^{8}H^{10}O$. — En continuant le fractionnement, on retire une dizaine de grammes d'octatriénal, soit environ 1 % du crotonaldéhyde initialement transformé; E_3 75-77°; F 56-57° [F 55°, Kuhn (3)]. La substance fournit facilement l'oxime avec un

(1) M. Delépine, *Ann. Chim. et Phys.*, 8e série, **20**, 1910, p. 389.
(2) Bernhauer et Irrgang, *Ann. der Chem.*, **525**, 1936, p. 43.
(3) R. Kuhn et M. Hoffer, *Ber. d. chem. Ges.*, **64**, 1931, p. 1977.

rendement de 93 % ; F 187° [F 186-187° Kuhn (1)]. Analyse, tr. % C 69,68; H 8,04; théorie pour $C^8H^{11}ON$, respectivement 70,03 et 8,09. L'octatriénal s'altère rapidement à l'air. Il possède un indice de réfraction très élevé, c'est ainsi que le liquide enrichi en cet aldéhyde avait pour indice n_D 1,57.

Bis.époxy-(2.6,8.5$_1$) *éthyl*-5 *nonène*-3 *méthylal*-3, $C^{12}H^{18}O^3$, (II). — D'une autre fraction, E_2 104-105°, n_D^{21} 1,508, refroidie au-dessous de 0°, on a retiré après essorage 50g d'aldéhyde, $C^{12}H^{18}O^3$, en cristaux jaunes, fus. à 64-66° [F 63°, Bernhauer (2)]. Cette quantité représente approximativement 5 % du crotonaldéhyde primitivement transformé; l'aldéhyde donne une semi-carbazone fus. à 234-235° (fus. inst.) après purification dans l'alcool aqueux (F 213°,5, Bernhauer).

En possession de l'aldéhyde $C^{12}H^{18}O^3$, je l'ai oxydé aux fins d'étudier l'acide correspondant $C^{12}H^{18}O^4$; dans la présente Note, je me bornerai à relater quelques-unes de ses propriétés : caractérisation de la liaison éthylénique et formation d'amide.

Acide bis-époxy-(2.6,8.5$_1$) *éthyl*-5 *nonène*-3 *carboxylique*-3, $C^{12}H^{18}O^4$. — L'aldéhyde $C^{12}H^{18}O^3$, oxydé par l'oxyde d'argent, conduit à l'acide $C^{12}H^{18}O^4$ avec un rendement de 92 %. Celui-ci se présente en fines aiguilles incolores (mélange ligroïne-alcool), fus. à 169° (fus. inst.) (F 159°, Bernhauer et Irrgang). Solubilité dans l'eau à 15° : 0,25 en 100 parties. P. M. 224,9 (dosage à la soude), calc. 226. Traité par le brome en solution chloroformique, l'acide fournit un acide dibromé, l'acide bis-époxy-(2.6,8.5$_1$) éthyl-5 dibromo-3.4 monanecarboxylique-3, $C^{12}H^{18}O^4Br^2$, avec un rendement de 15 %, F 151° (fus. inst.) identique au chiffre de Bernhauer. P. M. 384 (titrage à la soude) au lieu de 385,9. Si, au lieu d'opérer en solution chloroformique, on opère en milieu aqueux, le résultat est différent.

Acide bis-époxy-(2.6,8.5$_1$) *éthyl*-5 *bromo*-3 *hydroxy*-4 *nonanecarboxylique*-3, $C^{12}H^{19}O^5Br$. — 1g,15 d'acide $C^{12}H^{18}O^4$ en suspension dans 150cm³ d'une solution contenant 1g,5 de bromure de potassium, 0g,35 de bromate de potassium et 15cm³ d'acide sulfurique *n*, sont agités jusqu'à ce que l'acide passe en solution et que celle-ci devienne incolore. Après extraction à l'éther, on récolte l'acide hydroxybromé avec un rendement de 25 %, fus. à 244-245° (fus. inst.) avec décomposition. P. M. 327,5 (titrage à la soude), théorie 333. Br % 23,99, valeur théorique obtenue après 3 heures de chauffage au bain-marie avec de la soude 10*n*. La position du brome a été supposée en 3, par analogie avec l'acide époxy-2.6 heptène-3 carboxylique-3, lequel donne également un acide hydroxybromé, et dont M. Delépine situe l'atome d'halogène sur le carbone tertiaire.

Bis-époxy-(2.6,8.5$_1$) *éthyl*-5 *nonène*-3 *carbonylamide*-3, $C^{12}H^{19}O^3N$. — L'acide $C^{12}H^{18}O^4$, mélangé à deux fois son poids de chlorure de thionyle, est transformé après une demi-heure d'ébullition en chlorure d'acide; celui-ci, mis en solution dans l'éther anhydre saturé d'ammoniac, donne l'amide avec

(1) R. Kuhn et M. Hoffer, *Ber. d. chem. Ges.*, 63, 1930, p. 2164.

d'excellents rendements. Après purification dans le mélange acétone-benzène, l'amide affecte la forme de bâtonnets, fus. à 176° (fus. inst.), facilement solubles dans l'eau, l'alcool, l'acétone, beaucoup moins dans l'éther et le benzène. N % trouvé 6,26, chiffres théoriques.

GÉOLOGIE. — *Un bassin houiller paralique de l'époque crétacée.* Note de M. **Pierre Pruvost**, présentée par M. Charles Jacob.

Sur la rive droite du Rhône, à l'Ouest d'Orange, le Crétacé supérieur dessine trois synclinaux alignés E. W. et plongeant vers l'Est : celui de la Basse-Ardèche, celui de la Cèze et celui de la Tave. Dans cette série marine s'intercale une formation saumâtre avec lignites, dont la faune spéciale a été décrite en 1902 par J. Repelin (1). C'est le faciès gardonien de Ph. Matheron. Il correspond ici exactement au Cénomanien supérieur, car ces couches reposent sur les grès verts à *Orbitolina concava* du Cénomanien inférieur et supportent les calcaires marneux à *Mammites nodosoides* du Ligérien.

L'épisode saumâtre a 50^{m} d'épaisseur à Saint-Paulet-de-Caissons, où les lignites sont exploités. Nous avons constaté que la sédimentation y est marquée d'un véritable *rythme*, par la répétition, onze fois verrons-nous, du cycle que voici.

Des dépôts argilo-sableux, marneux ou calcaires, à faune saumâtre (*Cyrena proboscidea* Rep., *Corbula zurcheri* Rep., *Terebralia articulata* Zekeli etc.), sont couronnés par un épisode de végétation palustre, un banc calcaire renfermant un enchevêtrement de tiges de Characées. Au terme de ce *comblement graduel* du bassin, trahissant une *période de stabilité* de son fond, s'est installée la végétation terrestre, qui a envahi la lagune lorsque les eaux y sont devenues suffisamment basses : le calcaire à *Chara* est perforé par les racines sur 0^{m},80 de hauteur. Nous avons compté onze de ces *sols de végétation fossiles* dans le Gardonien de Saint-Paulet. Ils y forment le mur des couches de lignite. Parfois les 5 ou 10^{cm} inférieurs du charbon sont un lignite lui-même perforé de racines, qui a la structure de la tourbe.

Puis, le bassin s'enfonçant, est survenue une *transgression brutale*, qui a amené, soit le dépôt d'une veine de lignite finement stratifié, du type des charbons allochtones qu'a décrits A. Duparque, sédiment végétal produit par la destruction de la forêt marécageuse au cours de cette inondation, soit le dépôt de marnes, d'argiles ou de sables à faune saumâtre qui alternent avec les lits de lignite ou les remplacent latéralement. Peu à peu le bassin s'est comblé à nouveau. Et le cycle recommence.

Ces faits sont comparables à ceux qui sont connus dans le bassin westphalien du Nord de la France (2). Dans les deux cas, alors que le fond du bassin se maintenait à une altitude toujours très voisine du niveau de la mer, des descentes

(1) *Descript. des faunes du Cénomanien saumâtre ou d'eau douce du Midi de la France* (Mém. in-4°, Marseille, 1902.)

(2) Pierre Pruvost, *Sédimentation et subsidence* (*Livre jubilaire Soc. géol. France*, 1930, p. 553 et sq.).

successives brutales, mais de médiocre amplitude verticale (dans les deux cas, on peut les évaluer à moins de 5^m), séparées par des périodes de stabilité, ont permis cependant l'accumulation d'une épaisseur notable de sédiments. La *subsidence* nous apparaît donc comme un *mouvement de descente prolongé et discontinu*, produit *par la répétition de chutes de faible amplitude*.

Mais de récentes explorations par sondages du synclinal de la Basse-Ardèche ont mis en évidence un autre fait intéressant. Alors que les couches de lignite se maintiennent avec une certaine régularité le long des bords du bassin, par contre elles s'amincissent et disparaissent vers le centre de la cuvette. Dans cette direction l'étage saumâtre se charge d'intercalations marines de plus en plus puissantes, au détriment des dépôts charbonneux. On se trouve donc en présence d'un véritable *bassin houiller paralique*, d'âge cénomanien.

Cette observation entraîne des conséquences d'ordre pratique, relativement aux réserves à escompter en profondeur dans un tel type de gisement. On en retire aussi des conclusions intéressant la géologie générale et dont voici les principales :

1° La limite que l'on peut tracer entre la zone lignitifère et la région marine stérile montre que la forme de la cuvette sédimentaire était déjà l'ébauche du pli qui l'a affectée dans la suite ;

2° Ces lagunes cénomaniennes s'échelonnaient en marge de la haute-mer qui s'étendait au N. E., couvrant encore l'aire précédemment occupée par la fosse vocontienne de V. Paquier. Elles s'appuyaient au Sud sur l'isthme durancien, région continentale à climat chaud et sec où achevaient de s'élaborer les bauxites. A la lisière, en région plus basse et plus humide, s'alignait une frange de forêts marécageuses, sorte de mangrove, qui, refoulée par chaque saccade de la subsidence, regagnait du terrain vers le centre de la lagune à chaque nouvelle période de comblement, formant un gisement de charbons d'allure annulaire, limité à la marge du bassin.

Or, tandis que, grâce au phénomène houiller, le mécanisme de la subsidence est parfaitement mis en lumière dans cette zone marginale privilégiée, non loin de là, en haute-mer, dans le même bassin soumis aux mêmes affaissements, la sédimentation purement marine a laissé des dépôts homogènes où le phénomène cesse d'être clairement enregistré.

A 15^h40^m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^h15^m.

A. Lx.